

**Rapport De Stage**  
Météo-France/CNRM/GMAP, Toulouse,  
France

**Implementation of a digital filter for  
grid point**

Période de stage du 09 Novembre 2009 au 18  
Décembre 2009

Proposé par :  
*M<sup>r</sup>* K. Yessad

Présenté par :  
*M<sup>r</sup>* Kessouri Ali  
ONM/Algérie

Toulouse, Décembre 2009

# 1

## Introduction

Ce rapport porte sur le stage intitulé "Implementation Of Digital Filter For Grid Point", je l'ai effectuée au sein de Météo France sise à Toulouse du 09 Novembre 2009 jusqu'à 18 Décembre 2009, sous la direction de Claude Fisher et Karim Yessad.

Ce stage s'inscrit dans le cadre de la coopération bilatérale entre l'office national de la météorologie (ONM/Algérie) et météo France.

L'objectif de ce stage consiste à faire des modifications sur le code ARPEGE/ALADIN pour implémenter des DFI pour les champs point de grille, sachant que les DFI sont implémentées pour les champs spectraux.

Afin de réaliser ce travail il est indispensable de suivre différentes étapes et cela prend beaucoup de temps car, elles demandent la compréhension de :

- General code architecture and dataflow in ARPEGE/ALADIN/ALARO/AROME
- Basic about ARPEGE/IFS, ALADIN and AROME in the cycle 36 of ARPEGE/IFS
- Organigramme for 3D model(organigramme under STEPO)
- Library architecture
- Organigramme for the setup and control routines (direct code)
- Digital filtering initialisation in the cycle 36 of ARPEGE/IFS

Durant mon séjour, j'ai pu suivre une formation sur les logiciels Olive et Xcdp assurée par madame Véronique Mathiot.

# 2

## Initialisation par les filtres digitaux dans le modèle ARPEGE/IFS (cycle 36)

### 2.1 Définition

Dans l'atmosphère, il existe deux types d'ondes : les ondes lentes comme les ondes de rossby et des ondes rapides comme les ondes de gravités. Le but de l'initialisation est le contrôle de quantité des ondes de gravités par certains filtrage.

Pour faire ce filtrage, on a deux classes d'algorithmes : le NMI (normal mode initialisation) et le DFI (digital filter initialisation).

Le NMI est difficilement implémentable dans certains types de géométries contrairement aux DFI qui sont implémentable dans tous les types de géométries.

Le NMI est toujours utilisé dans le modèle européen ECMWF (centre européen) mais la météo france utilise la méthode de DFI, la différence entre ces deux méthodes est que le NMI est un filtrage spatial (vertical et horizontal) et le DFI est un filtrage temporel.

### 2.2 Algorithme de l'initialisation par les filtres digitaux

#### 2.2.1 Principe de l'algorithme

Le DFI est un filtrage temporel qui exige une prévision au temps  $t_0$ . Si  $M_{\text{span}}$  est le nombre de pas de temps de la période, les oscillations à haute fréquences de  $X$  sont remplacées par une "bonne" moyenne temporel de  $X$ .

$$\bar{X}(t_0) = \sum_{k=-M_{\text{span}}}^{k=M_{\text{span}}} h_k \tilde{X}(t_k) + C$$

Cette moyenne temporelle est calculée dans l'espace spectrale.

- X est une variables d'état du modèle (le DFI s'applique sur toutes les variables spectrales)
- $t_k = t_0 + k\Delta t$ ;  $\Delta t$  est le pas de temps;  $M_{\text{span}} * \Delta t$  : la période
- $h_k$  : sont les coefficients de filtrage, il existe différentes méthodes pour les calculer, on verra quelques méthodes par la suite.
- C : est une correction qui peut être nulle ou non nulle selon la méthode de filtrage.
- $\tilde{X}$  : peut être égale à X ou légèrement différentes de X selon le filtrage.

L'initialisation de DFI peut être mesurée indépendamment, dans ce cas les coefficients  $h_k$  ne depend pas du nombre d'ondes, elle peut être mesurée dépendamment (elles sont mise en application dans le modèle à surface limitée, Dolph-Chebyshev et pour le filtre simple (ideal low-pass filter)). Dans ce cas, les coefficients  $h_k$  dépend de nombre d'ondes (dépendant en  $\sqrt{\frac{n(n+1)}{a^2}}$  si la géométrie est sphérique, et en  $\sqrt{\frac{m^2}{L_x^2} + \frac{n^2}{L_y^2}}$  dans le modèle LAM, où (m,n) sont les nombre d'ondes zonaux et méridiennes, ( $L_x, L_y$ ) sont les longueurs zonaux et méridiennes, n est le nombre d'ondes total si la géométrie est sphérique.)

## 2.2.2 Calcul des coefficients temporels

Il existe plusieurs méthodes pour le calcul des coefficients  $h_k$  et ils sont contrôlés par certaines variables comme NTPDFI et LRECURS.

### Le filtre Dolph-Chebyshev

C'est le dernier algorithme codé, il est actuellement opérationnelle. Pour plus de détails, lire le chapitre 2 de Lynch et al. 1999.

$$h_k = \frac{1}{2M_{\text{span}} + 1} \left[ 1 + 2r \sum_{j=1}^{j=M_{\text{span}}} \left( T_{2M_{\text{span}}} \left( x_0 \cos \left( \frac{\pi j}{2M_{\text{span}} + 1} \right) \right) \cos \left( \frac{2\pi j k}{2M_{\text{span}} + 1} \right) \right) \right]$$

où

- $T_{2M_{\text{span}}}$  : polynôme de Chebyshev d'ordre  $2M_{\text{span}}$
- $T_n(x) = \cos(n.\arccos(x))$  if  $|x| \leq 1$
- $T_n(x) = \cosh(n.\operatorname{arccosh}(x))$  if  $|x| > 1$
- r et  $x_0$  sont définis comme suit :

$$x_0 = \frac{1}{\cos((2\pi\Delta t)/(\tau_s))}$$

et

$$r = \frac{1}{\cosh(2M_{span} \operatorname{arccosh}(x_0))}$$

### Le filtre simple (ideal low-pass filter)

L'expression de  $h_k$  est :

$$h_{(k,m,n)} = \frac{1}{H_{(m,n)}} f_k \frac{\sin(C_{(m,n)} \pi k / M_{span})}{\pi k}$$

et l'expression de  $h_0$  :

$$h_{(0,m,n)} = \frac{1}{H_{(m,n)}} C_{(m,n)} \frac{1}{M_{span}}$$

$H_{(m,n)}$  est le facteur de normalisation :

$$H_{(m,n)} = C_{(m,n)} \frac{1}{M_{span}} + \sum_{k=-M_{span}}^{k=-1} \left[ f_k \frac{\sin(C_{(m,n)} \pi k / M_{span})}{\pi k} \right] + \sum_{k=1}^{k=M_{span}} \left[ f_k \frac{\sin(C_{(m,n)} \pi k / M_{span})}{\pi k} \right]$$

La quantité H est normalisée pour h :

$$\sum_{k=-M_{span}}^{k=M_{span}} h_{(k,m,n)} = 1$$

L'expression de  $f_k$  est :

– Avec Lanczos window :

$$f_k = \frac{\sin(\pi k / (M_{span} + 1))}{(\pi k / (M_{span} + 1))}$$

$$f_0 = 1$$

– Sans Lanczos window :

$$f_k = 1$$

L'expression de  $C_{(m,n)}$  pour le modèle à surface limitée :

$$C_{(m,n)} = \frac{M_{span}}{\pi} \min\left(\frac{\pi}{M_{span}} + 2R_{dfis} \pi \Delta t \sqrt{\frac{m^2}{L_x^2} + \frac{n^2}{L_y^2}}, \pi\right)$$

Si  $R_{dfis} = 0$ , le filtre est mesuré indépendamment et  $C_{(m,n)} = 1$ , pour la géométrie sphérique  $C_{(m,n)} = 1$

### 2.2.3 Les différentes méthodes de filtrage

Une fois les coefficients  $h_k$  sont définis, le calcul de  $\bar{X}(t_0)$  exige au moins une prévision en arrière et généralement une prévision en avant afin de montrer l'état du modèle à l'instant  $t_0$ . Mais il existe plusieurs algorithmes possibles qui demandent plus d'une prévision en arrière ou plus d'une prévision en avant.

Nous pouvons combiner des prévisions adiabatiques (pour les prévisions en arrière) et des prévisions diabatiques.

Ces différentes possibilités sont contrôlées par la variable NEDFI (elle se trouve dans les namelist).

Dans les prévisions adiabatiques, la diffusion horizontale peut être activé ou non suivant la valeur de la variable LADIFH. Nous allons maintenant présenter deux méthodes de filtrage :

#### La méthode adiabatique, non récursive

Elle se représente comme suit :

- Prévision adiabatique en arrière de  $X(t_0)$ , donne :

$$X(t_0 + k\Delta t) \quad \text{pour} \quad -M_{span} \leq k \leq -1$$

- Prévision adiabatique en avant de  $X(t_0)$ , donne :

$$X(t_0 + k\Delta t) \quad \text{pour} \quad 1 \leq k \leq M_{span}$$

- $\tilde{X} = X; C = 0$

#### La méthode diabatique sans correction

Elle se représente comme suit :

- Prévision diabatique en arrière de  $X(t_0)$ , donne :

$$X(t_0 + k\Delta t) \quad \text{pour} \quad -M_{span} \leq k \leq -1$$

et une valeur filtrée  $X_{ad,f}(t_0 - 0.5M_{span}\Delta(t))$  à l'instant  $t_0 - 0.5M_{span}\Delta(t)$

- Prévision diabatique en avant avec la diffusion horizontal de  $X_{ad,f}(t_0 - 0.5M_{span}\Delta(t))$ , donne :

$$X(t_0 + k\Delta t) \quad \text{pour} \quad -0.5M_{span} \leq k \leq 0.5M_{span}$$

et une valeur filtré  $\bar{X}(t_0)$

- $\tilde{X} = X_+; C = 0$

## 2.2.4 La contrainte de DFI dans l'assimilation

La contrainte de DFI peut être introduite dans 4DVAR via la fonction coût  $J_c$  (à minimiser), et elle est proportionnelle à  $(\delta\vec{X} - \overline{(\delta\vec{X})})^T (\delta\vec{X} - \overline{(\delta\vec{X})})$  où  $\overline{(\delta\vec{X})}$  est la moyenne temporelle de  $(\delta\vec{X})$ .

## 2.3 Organigramme

### 2.3.1 Configuration

```
setup/SU0YOMA → dfi/ SUINI
setup/SU0YOMB →
* dfi / SUDFI
* dfi / SUFW →
    - dfi / RECFIL (obsolète)
    - dfi / DOLFIL
    - dfi / OPTFIL → dfi / OPTFILB → dfi/ REMEZ (obsolète)
    - dfi / SMPFIL
```

### 2.3.2 Le code direct au dessous de CNT3

```
*au dessous de CNT3
control/CNT3 → dfi / DFI → dfi/ DFI 1 →
* dfi/ dfi2 →
    0 / initialiser les variables locales et les tableaux :
    - dfi / ZEROACU
    - ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
    - dfi / COPSP
    1 / Enregistrer les constantes
    2 / Lancement de différentes sessions de DFI :
    - dfi / DFI3 → (voir organigramme ci-dessous)
    - dfi / COPSP
    - ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
    - dfi / CORSF
    - dfi / ZEROACU
    3 / initialiser les constantes originales et les champs du surface du domaine :
    - dfi / REAST
    - dfi / REDATE → Climat / UPDCAL
    - Setup / SUGRIDF → (organigramme non détaillé)
    4 / Calcul des champs spectraux finales :
    - dfi / DIFSP
    - Setup / SUSPEC → (organigramme non détaillé)
```

- dfi / COPSP
- ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
- dfi / CORSP
- \* dfi /DFI2MOD →
- 0 / initialiser les variables locales et les tableaux :
- dfi / ZEROACU
- ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
- dfi / COPSP
- 1 / Enregistrer les constantes
- 2 à 7 / Lancement de différentes sessions de DFI :
- dfi/DFI3 → (voir organigramme ci-dessous)
- dfi / COPSP
- Ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
- dfi / CORSP
- dfi / ZEROACU
- 8 / Correction :
- Ald/c9xx/EINTFAC (si LELAM)
- dfi / CORSP
- dfi / DIFSP
- 9 / Initialiser les constantes originales et les champs de surface :
- dfi / REAST
- Setup / SUGRIDF → (organigramme non détaillé)

\*Au dessous DFI3 :

- dfi/ dfi3 →
- 1 / Mettre en place des différentes sessions de DFI
- dfi / REAST
- 2 / Boucle temporelle :
- 2.1 Accumulation des filtres si nécessaire
- dfi / DIGFIL
- dfi / DIGP
- 2.2 Couplage (si LELAM)
- ald / inidata / ELSRW → (organigramme non détaillé)
- 2.3 Valeur actuelle de la longueur de pas de temps
- utility / UPDTIM → (organigramme non détaillé)
- 2.4 Initialiser la solution semi- implicite (SI) et la diffusion horizontale (HDIR)
- Setup / SUNHSI → (SI, organigramme non détaillé)
- Setup / SUHEG → (SI, organigramme non détaillé)
- Setup / SUHDU → (HDIR, organigramme non détaillé)
- 2.5 Pas de temps
- Var / CHKOBTIM → (organigramme non détaillé)
- Contrôle / STEPO → (gérer les pas de temps, organigramme non détaillé)



### 2.3.3 Rôle de chaque routine

#### \* Procédures d'installation :

**SUINI** : installation de variables de contrôle pour l'initialisation.  
**SUDFI** : installation des variables de contrôle et des constantes pour DFI.  
**SUFW** : routine principale pour le calcul des  $h_k$ .  
**RECFIL** : calcul des  $h_k$  pour les filtres récursifs.  
**DOLFIL** : calcul des  $h_k$  pour le filtre Dolph-Chebyshev.  
**OPTFIL** : calcul des  $h_k$  pour le filtre non récursive "optimale".  
**SMPFIL** : calcul des  $h_k$  pour le filtre simple non récursive.

#### \*Direct code sous CNT3 :

**CNT3** : Contrôle des tâches au niveau 3.  
**DFI** : Contrôle l'initialisation du filtre digital au plus haut niveau.  
**DFI1** : Contrôle l'initialisation de filtre digital au niveau 1.  
**DFI2** : Contrôle l'initialisation de filtre digital au niveau 2.  
**DFI2MOD** : Contrôle les modifications de l'initialisation par filtre digital au niveau 2.  
**COPSP** : Copie les tableaux spectrales **PSPB** ..dans **PSPA**  
**CORSP** : Copie la différence spectrale "**PSPB** ..**PSPA** " dans **PSPA**  
**DIFSP** : Copie la différence spectrale "**PSPB** .. - **PSPC** .. " dans **PSPA** ..  
**REAST** : Ajuste les variables astronomiques (par exemple la date), avant chaque session DFI.  
**REDATE** : Mises à jour de la date.  
**ZEROACU** : Remettre les tableaux d'accumulation (spectrale) à zéro.  
**SUSPEC** : initialiser les champs spectraux du modèle (généralement par la lecture d'un fichier).  
**SUGRIDF** : Initialiser les chapms point de grille du modèle (généralement par la lecture d'un fichier).

#### \* Code direct sous DFI3 :

**DFI3** : Contrôle l'initialisation du filtre digital au plus bas niveau.  
**REAST** : Voir ci-dessus.  
**DIGFIL** : Calcul les champs initiales des filtres digitaux dans un délai de boucle : étape par étape résumant l'accumulation des vecteurs DFI.  
**ELSRW** : Contrôle les événements pour les domaines à grande échelle (ALADIN seulement).  
**UPDTIM** : Mise à jour du modèle.  
**SUNHSI** : Installation pour le schéma semi-implicite dans le modèle non-hydrostatique.  
**SUHEG** : Installation pour le schéma semi-implicite dans le modèle hydraulique : les caractéristiques spécifiques de la variable de maillage.

**SUHDU** : le programme d'installation pour le régime de diffusion horizontale : les caractéristiques spécifiques de la variable de maillage.  
**CHKOBTIM** : Contrôle s'il existe un intervalle d'observation (3D/4D VAR).  
**STEPO** : Gère un pas de temps (boucle temporelle).  
**OBSV** : La partie verticale de l'opérateur d'observation.  
**UPDOBS** : Mise à jour des observations

## 2.4 Liste des variables essentielles (nécessaires)

Uniquement un sous ensemble des variables essentielles est décrit pour les modules et les namelists suivantes

### 2.4.1 YOMDFI et NAMDFI

**HWOPF** : Filtrage des coefficients "h (k)".  
**HWOPFA** : Filtrage des coefficients "h (k)" (adiabatique).  
**HWF0** : Filtrage des coefficients pour la moyenne des champs.  
**HWFA0** : Filtrage des coefficients pour la moyenne des champs (adiabatique).  
**HWREC** : Filtrage des coefficients de base (filtres récursifs).  
**NTPDFI** : Type de filtre :

\* Filtres non récursifs :

- 1 : filtre simple.
- 2 : filtre simple avec Lanczos windows.
- 3 : Optimal.
- 4 ou 5 : Dolph-Chebyshev.

\* Filtres récursifs :

- 1 : Quick-start.
- 2 : Flat-Delay.
- 3 : Butterworth.

La valeur par défaut est 4.

**NORDFI** : Ordre du filtre (cas des filtres récursifs).

**NEDFI** : schéma de filtrage :

- 0 : Calcul du poids des filtres digitaux.
- 1 : Initialisation des filtres digitaux adiabatiques.
- 2 : Initialisation du filtre digital diabatique sans correction.
- 3 : Initialisation du filtre digital diabatique avec correction.

- 4 : Initialisation du filtre digital adiabatique suivi d'une diabatique.
- 5 : Modification de l'initialisation du filtre digital diabatique.
- 6 : Avancement du filtre digital diabatique (finalisation).
- 7 : Avancement et retardement de l'initialisation du filtre digital.

La valeur par défaut est de 7, 6 pour l'utilisation dans une minimisation via terme "JC".

NSTDFI : Nombre de pas de temps de DFI dans une seule direction pour les intégrations diabatique (demi-nombre de pas de temps si NEDFI = 6 ou 7).

NSTDFIA : cf. NSTDFI pour des intégrations adiabatique.

NOFFSETDFI : offset avant de commencer le diagnostique Jc- DFI.

TAUS : Période de stop-EDGE (en secondes) pour les filtres Dolph-Chebyshev ("tau-s").

TAUP : Période de pass-EDGE (en secondes) pour le filtre optimal.

TAUC : Cut-off période (en secondes).

RTDFI : Pas de temps pour DFI (en secondes) pour des intégrations diabatique.

La valeur par défaut est égale à TSTEP.

RTDFIA : Pas de temps pour DFI (en secondes) pour des intégrations adiabatique.

La valeur par défaut est égale à TSTEP.

RDFIS : Au dessous de cette vitesse il n'y a aucun filtre dans SSDFI (R-dfis variable).

LRECURS : .T. / .F. : Récursif ou non des filtres récursifs.

La valeur par défaut est. F.

LADIFH : .T. / .F. : Diffusion horizontale / pas de diffusion dans les intégrations horizontales adiabatique.

La valeur par défaut est. T.

Les variables suivantes sont en namelist NAMDFI : LRECURS, LADIFH, NTPDFI, NORDFI, TAUS, TAUP, TAUC, NEDFI, RTDFI, RTDFIA, NSTDFI, NOFFSETDFI, RDFIS.

## 2.4.2 YOMINI et NAMINI

NEINI : Contrôle le type d'initialisation.

0 : Pas d'initialisation.

1 : initialisation par le mode normal (NMI).

2 : initialisation par le filtre digital (DFI).

3 : Pas d'initialisation, mais les modes normaux sont calculées.

4 : initialisation par les filtres digitaux et les modes normaux sont calculées.

Les variables suivantes sont dans namelist NAMINI : NEINI, LBIAS, LINCR.

### 2.4.3 YOMJCDFI

NEINI : Contrôle le type d'initialisation.

**RACCSPA3, RACCSPA2, RACCSPA1** : les tableaux de cumule des variables spectrales utilisées dans le DFI (resp. pour les variables 3D, 2D, 1D).

**QNORM1, QNORM2, QNORM3** : définition des normes utilisées pour JC.

**LDIVONLY** : T. : seule la divergence est pénalisée.

**RSUMJCDFI** : les tableaux contenant la contribution donnée par le processus de la fonction coût Jc-DFI.

La variable suivante est dans le namelist NAMDFI : LDIVONLY.

### 2.4.4 YOMOPF

Contient les variables intermédiaires qui sont utilisées dans le calcul des coefficients  $h_k$  pour l'initialisation par le filtre non récursif optimal (DFI).

Le sens de ces variables n'est pas détaillé, ils sont utilisés uniquement dans la routine OPTFIL.

# 3

## Modifications apportées au code pour implémenter les DFI sur les champs point de grille

Dans cette partie, nous allons présenter les modifications qu'on a apportées sur une partie du code Arpege/Aladin afin de faire des DFI sur les champs point de grille. Vu qu'il y a des modifications importantes à faire, on a commencé par la subroutine COPSP.F90, et pour cela on suppose que les tableaux GFL sont déjà loués quelque part.

```

SUBROUTINE COPGFL(PGFLA3 ,PGFLA2,PGFLA1 ,PGFLB3 ,PGFLB2,PGFLB1)

USE PARKIND1 ,ONLY : JPIM      ,JPRB
USE YOMHOOK  ,ONLY : LHOOK,    DR_HOOK

USE YOMDIM   , ONLY : NFLEVL   ,NFD2D   ,NFLSUR   ,NSPEC2   ,NS3D|
USE YOMCT0   , ONLY : LELAM
USE YOMMP    , ONLY : MYSETV   ,NBSETSP

#ifdef DOC
!   PURPOSE : Copy grille point arrays : A <- B
!   -----
!
!   INTERFACE :
!   -----
!   *CALL* *COPGFL(PGFLA3 ,PGFLA2,PGFLA1 ,PGFLB3 ,PGFLB2,PGFLB1)*
!   -----

```

```

!      Explicit arguments :
!      -----
!      PAGFLX : output (copy of grid point arrays)
!      PBGFLX : input (grid point arrays to be copied)
!      PGFLX3 : 3d fields
!      PGFLX2 : 2d dynamical fields
!      PGFLX1 : 1d fields (mean U,V) (for ALADIN)
!
!      Implicit arguments : YOMCTO (LELAM)
!      -----
!
!      EXTERNALS : None
!      -----
!
!      REFERENCE : ARPEGE/ALADIN documentation
!      -----
!
!      AUTHOR : D. Giard *CNRM/GMAP*
!      -----
!
!      MODIFICATIONS :
!      -----
!      original : 93-07-26
!      Modified 95-06-06 by L.Isaksen : Reordering of spectral arrays
!      M.Hamrud      01-Oct-2003 CY28 cleaning
!
!-----

```

```

#endif

```

```

IMPLICIT NONE

```

```

REAL(KIND=JPRB) , INTENT(OUT) :: PGFLA3(NFLSUR,NGFLC2,NS3D)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(OUT) :: PGFLA2(NGFLC2,NFD2D)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(OUT) :: PGFLA1(NFLEVL,2)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(IN)  :: PGFLB3(NFLSUR,NGFLEC2,NS3D)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(IN)  :: PGFLB2(NGFLEC2,NFD2D)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(IN)  :: PGFLB2(NGFLEC2,NFD2D)
REAL(KIND=JPRB) , INTENT(IN)  :: PGFLB1(NFLEVL,2)

```

```

INTEGER(KIND=JPIM) :: J, JF, JK
REAL(KIND=JPRB)  :: ZHOOK_HANDLE

```

```

IF (LHOOK) CALL DR_HOOK('COPGFL',0,ZHOOK_HANDLE)

```

```

IF (LELAM) THEN
  DO JK=1,NFLEVL
    PGFLA1(JK,1) = PGFLB1(JK,1)
    PGFLA1(JK,2) = PGFLB1(JK,2)
  ENDDO
ENDIF

```

```

IF (MYSETV == NBSETGFL) THEN
  DO JF=1,NFD2D
    DO J=1,NGFLEC2
      PGFLA2(J,JF)= PGFLB2(J,JF)
    ENDDO
  ENDDO
ENDIF

DO JF=1,NS3D
  DO J=1,NGFLEC2
    DO JK=1,NFLEVL
      PSGFLA3(JK,J,JF)= PGFLB3(JK,J,JF)
    ENDDO
  ENDDO
ENDDO

IF (LHOOK) CALL DR_HOOK('COPGFL',1,ZHOOK_HANDLE)
END SUBROUTINE COPGFL

```



# 4

## Conclusion

Le filtrage digital (DFI) est opérationnel dans le code Arpege/Aladin pour les champs spectraux, alors, nous nous sommes intéressé à la mise en place du filtrage digital pour les champs point de grille.

Afin d'apporter des modifications au code Arpege/Aladin pour faire des DFI pour les champs point de grille, il a fallu comprendre l'architecture générale du code et la méthode DFI et cela m'a pris beaucoup de temps, mais j'ai pu modifier la subroutine COPSP.F90 et j'ai compte bien apporter toutes les modifications nécessaire afin de rendre les DFI opérationnelles pour les champs point de grille sur le modèle Arpege/Aladin.